

Onderzoek uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat, Directie Zeeland naar het voorkomen van macrozoöbenthos in het Kanaal Gent-Terneuzen.

Rapport W.W.E. 21  
Gent, juli 1990

**MACROZOOBENTHOS VAN HET  
KANAAL GENT-TERNEUZEN**

J.Seys, N.Deregge, P.Meire  
& T.Ysebaert

Studie naar het voorkomen van macrozoöbenthos in het Kanaal  
Gent-Terneuzen

Laboratorium voor Ecologie der Dieren, Zoögeografie en Natuurbehoud  
Rijksuniversiteit Gent  
K.L.Ledeganckstraat 35  
9000 GENT

13108

Onderzoek uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat, Directie Zeeland naar het voorkomen van macrozoöbenthos in het Kanaal Gent-Terneuzen.

Rapport W.W.E. 21  
Gent, juli 1990

**MACROZOOBENTHOS VAN HET  
KANAAL GENT-TERNEUZEN**

J.Seys, N.Deregge, P.Meire  
& T.Ysebaert

Studie naar het voorkomen van macrozoöbenthos in het Kanaal  
Gent-Terneuzen

Laboratorium voor Ecologie der Dieren, Zoögeografie en Natuurbehoud  
Rijksuniversiteit Gent  
K.L.Ledeganckstraat 35  
9000 GENT

---

# INHOUD

	pg
0. Inhoud	1
1. Inleiding	3
2. Materiaal en methode	5
2.1. Studiegebied	5
2.2. Methodiek	6
2.2.1. Bemonstering	6
2.2.2. Laboratoriumonderzoek	6
2.2.3. Data-analyse	8
3. Resultaten	9
3.1. Abiotische karakterisatie bemonsterde locaties	9
3.2. Algemene beschrijving voorkomen bodemmacrofauna	12
3.3. Bodemdiergemeenschappen en hun relatie met de omgevingsfactoren	16
3.3.1. Bodemdiergemeenschappen	16
3.3.1.1. Twinspan	16
3.3.1.2. Decorana	22
3.3.2. Autoecologische benadering	22
3.3.2.1. <u>Nereis diversicolor</u>	23
3.3.2.2. <u>Polydora ligni</u>	25
3.3.2.3. <u>Chironomus</u> -larven	26
3.3.2.4. Oligochaeten	27
3.4. Vergelijking macrozoöbenthos Kanaal Gent-Terneuzen met die in aanverwante gebieden	29
4. Discussie	33
5. Samenvatting	35
6. Literatuurlijst	37
<i>Bijlage: Figuren en Tabellen</i>	39



## 1. Inleiding

Het kanaal van Gent naar Terneuzen (in het vervolg afgekort als KGT) is in de eerste plaats een economische realiteit. Het vormt een belangrijke verbindingsweg van de Gentse haven met de Westerschelde, en wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van vele industriële vestigingen langsheen zijn oevers, wat een sterke verontreiniging van het kanaal teweeg brengt. Deze pollutie wordt nog in de hand gewerkt door het gevoerde beheer, dat erop gericht is de indringing van zout water, via de sluisen te Terneuzen, zoveel mogelijk te beperken (om verzilting ten aanzien van de landbouw en industrie tegen te gaan) en dit door het kanaal met zoet, maar vervuild Schelde- en Leiewater door te spoelen.

Anderzijds legt het verdrag van 20 juni 1960 tussen Nederland en België inzake de waterkwaliteitsnormen van het kanaal Gent-Terneuzen, een zekere verantwoordelijkheid op aan beide landen om de verontreinigingsgraad en de gevolgen ervan, binnen zekere perken te houden. Zo o.a. zouden volgens het verdrag de zuurstofconcentraties t.h.v. de grens niet beneden de 3 mg/l mogen zakken. Of deze minimale voorzieningen - als ze al nageleefd worden - nu ook biologisch leven in het kanaal mogelijk maken was tot nu toe onduidelijk door het ontbreken van de nodige studies (gezien de lage ecologische prioriteit die aan het gebied werd toegekend). Daartegenover staat dat tijdens strenge winters - wanneer vele andere wateren dichtgevroren zijn - het kanaal, en dan vooral het Rodenhuizedok (halfweg Zelzate - Gent) zeer grote concentraties Duikeenden kan herbergen. Zo liepen in de strenge februarimaand 1985 de aantallen Kuifeenden (*Aythya fuligula*) en Tafeleenden (*Aythya ferina*) op tot 2350 ex., resp. 5900 exemplaren (Devos et al. 1987). In hoeverre deze voor Vlaanderen uitzonderlijke aantallen hier ook voedsel vinden in de vorm van grotere bodemorganismen tijdens deze moeilijke winterperiodes, was tot nu toe ongekend.

Om een antwoord te vinden op deze vraag, meer in het bijzonder om een idee te krijgen van het voorkomen en de verspreiding van grotere bodemdieren in het kanaal, werd in november 1989 door de Rijksuniversiteit Gent in opdracht van Rijkswaterstaat Directie Zeeland, een bemonsteringscampagne uitgevoerd over het ganse traject Gent-Terneuzen. Dit rapport geeft een overzicht van de gevonden resultaten en poogt dieper in te gaan op de onderliggende, structuurbepalende omgevingsvariabelen.



## 2. Materiaal en methode

### 2.1. STUDIEGEBIED

Het kanaal Gent-Terneuzen heeft van noord naar zuid een lengte van zo'n 31 km waarvan ca. 14 km op Nederlands grondgebied. Daar bedraagt de gemiddelde breedte aan het oppervlak 150 m en bij de bodem 62 m. Op Belgisch grondgebied is het kanaal 50 m breder. De vaargeul wordt d.m.v. baggeren op een diepte van ca. 13,5 m gehouden (v.d.KOOIJ 1985).

Het waterbeheer in het kanaal is primair gericht op het tegengaan van de verzilting met brak water uit de Westerschelde. Daartoe wordt via de Tolhuisstuw te Gent zoet water, afkomstig uit de Schelde en de Leie ingelaten. Bij Terneuzen wordt dit water in de Westerschelde gespuid, hoofdzakelijk via de zoutvangkom achter de Westsluis. Het inlaatdebiet te Gent bedraagt gemiddeld ca. 20 m<sup>3</sup> (min. 10-15, max. ca. 30), waardoor er in het kanaal een zwakke zuid-noord gerichte zoetwaterstroming aanwezig is. Toch volstaat dit debiet niet om de ontwikkeling van een zouttong op de bodem te voorkomen. Vooral tijdens droge zomers bij een lage rivierwaterafvoer (van Schelde en Leie), nemen de zoutgehaltenes t.h.v. Terneuzen en verder zuidelijk toe.

Het spuien met Schelde- en Leiewater draagt ook bij tot de verontreiniging van het kanaal, en dit door het bezinken van grote hoeveelheden vervuild slib, dat sedimenteert bij het binnenkomen van het kanaal. De sedimentatie op het Belgisch gedeelte wordt op ca. 300.000 m<sup>3</sup> per jaar geschat, wat baggerwerken noodzakelijk maakt (ANONIEM 1987). Naast de pollutie door inkomend water, dragen ook de aanwezige industrieën langs de oevers hun 'steentje' bij. Op Belgisch grondgebied bevindt zich een complex van zo'n 170 bedrijven, van diverse pluimage: (petro)chemisch-, metaal-, assemblage-, transport- en overslagbedrijven, scheepswerven, hoogovens, papierfabrieken. Contaminanten zoals polycyclische aromaten, zware metalen, gechloreerde koolwaterstoffen, olie, zuurstofbindende organische stoffen, fosfaten e.a. worden in het kanaal geloosd. Een volledige inventaris hiervan ontbreekt alsnog, maar wordt momenteel door de Vlaamse Waterzuiverings Maatschappij (VMZ) opgemaakt. Op Nederlands grondgebied zijn een vijftal lozingspunten aanwezig, waarvoor vergunningen zijn afgegeven in het kader van de Wet verontreiniging afvalwater, en waarvan de aard en hoeveelheden effluent gekend zijn. Resultaat van al deze pollutiebronnen, is een zeer ernstig verontreinigde kanaalbodem. Het sediment is zeer zwaar belast met organische microverontreinigingen (vnl. PAK, met piekwaarden van 16 g/kg !!!!, maar ook PCB's: piekwaarden tot 3,5 g/kg !!), olie (tot 6 g/kg)

---

(ANONIEM 1987) en zware metalen (max. Cu: 2,6 g/kg; Cd: 90 mg/kg; Cr: 5,2 g/kg; Pb: 9,7 g/kg; Zn: 19 g/kg; Hg: 45,9 mg/kg droge stof - BECEWA 1983), en dit vrijwel steeds met een toenemende gradiënt van noord naar zuid. Deze piekwaarden overschrijden ruimschoots de normen, zodat het kanaalslib ongeschikt werd bevonden voor gebruik in de landbouw en er bij het storten maatregelen moeten genomen worden om grondwaterverontreiniging te voorkomen. Tevens is er een zelfde noord-zuid gradiënt in de zuurstofconcentraties aanwezig en dit o.i.v. de zware organische belasting van het kanaal.

## 2.2. METHODIEK

### 2.2.1. Bemonstering

Ten einde een algemeen beeld te verkrijgen van de distributie van grotere bodemdieren in het KGT, werden op 8 en 9 november 1989 vanop het schip "Delta", 76 puntlocaties random gespreid over het ganse traject bemonsterd (Fig.1). Op elk punt werd m.b.v. een Van Veen-happer een bodemmonster (0.05 m<sup>2</sup>) opgehaald, dat aan boord op een zeef met maaswijdte 1 mm werd uitgezeefd. De overblijvende fractie (inclusief levend materiaal > 1 mm) werd met een 5%-formaline oplossing gefixeerd en naar het laboratorium overgebracht voor verder onderzoek. Op elke locatie werd tevens een sedimentmonster genomen, en m.b.v. een meetvis werden diepte, temperatuur, pH, O<sub>2</sub>-concentratie, geleidbaarheid, saliniteit en chloriniteit van het water bepaald (gegevens Meetdienst RWS Directie Zeeland).

### 2.2.2. Laboratoriumonderzoek

De verdere uitwerking van de uitgezeefde monsters startte met het beter zichtbaar maken van levende organismen door middel van een kleuring met Bengaals roze gedurende min. 24 uur, waarna alle diertjes werden uitgezocht en tot op soort gedetermineerd (uitgezonderd Anemonen en Plathelminthes). Van de aangetroffen Oligochaeten werden per punt van een aantal exemplaren permanente preparaten gemaakt, en ter identificatie opgestuurd naar Dr.Ir.P.Verdonshot (R.I.N. Leersum). De aanwezige Chironomide-larven werden door Drs.D.Verschueren (R.U.G.) gecontroleerd op mogelijke aberraties in de kopstructuren. De biomassa van het levend dierlijk materiaal (asvrijdrooggewicht) werd bepaald per punt en per soort, en dit door het verschil te maken tussen het drooggewicht (= na 12 uur in broedstoom bij 105°C) en het asgewicht (= na 2 uur in moffeloven bij 550°C). Alle waarden werden omgerekend naar densiteiten en biomassa's per m<sup>2</sup>.



Van elk sedimentmonster werd per punt 25 g droog afgewogen (= na 12 uur bij 105°C) en nat gezeefd op een 53  $\mu$ -maaswijdte, waarna het residu opnieuw gedroogd werd en vervolgens mechanisch geschud en gezeefd op twee series zeven (maaswijdte: 400, 300, 250, 212 en 180  $\mu$  - 180, 150, 125, 106 en 75  $\mu$ ). Uit de respectievelijke gewogen fracties werd de mediane korrelgrootte, de sortering en de slibfractie < 53  $\mu$  berekend. De hoeveelheid organisch materiaal in de bodem werd gemeten door 25 g gedroogd sediment te verassen bij 550°C (2 uur), opnieuw te wegen en het verschil tussen beide waarden te berekenen.

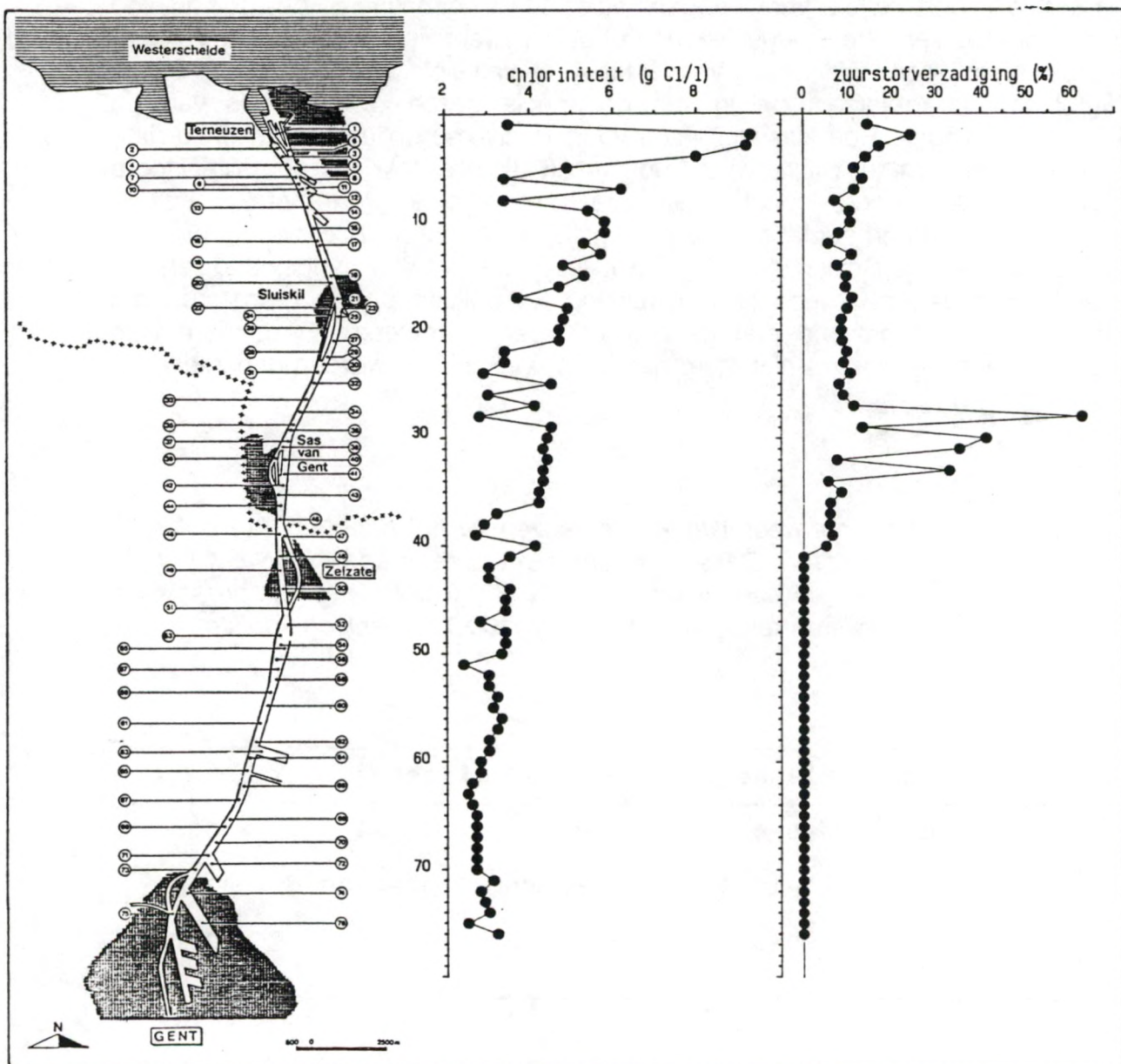


Fig. 1: Localisatie 76 bemonsterde punten in Kanaal Gent-Terneuzen, in november 1989, met inbegrip van de gevonden chloriniteits- en zuurstofgradiënt. Let wel: de waarden in deze laatste twee grafieken liggen niet noodzakelijk precies tegenover de juiste locatie.

### 2.2.3. Data-analyse

Naast de resultaten van de sedimentanalyses en van de tijdens de bemonstering gemeten waterparameters, werd voor de data analyse ook gebruik gemaakt van gegevens met betrekking tot de belasting van de bodem met polluenten (ANONIEM 1987).

De gehanteerde waarden berusten op een systeem ontwikkeld voor de bergingsproblematiek van baggerspecie en is gebaseerd op de huidige gemiddelde verontreinigingsniveaus in het benedenrivierengebied. Elk polluent krijgt hierbij een cijfer mee, van 1 tot 4 of van licht tot zeer zwaar belast (Tab.1). De totaalbeoordeling van de specie geschiedt op basis van de overschrijding van de klassegrenzen voor de diverse polluenten. In onze data analyse werden de cijfers voor Cadmium (Cd), olie, PAK en een totaalscore verwerkt. Deze score 'poltot' is een totaalscore voor 8 zware metalen, PCB's, PAK's, olie en een aantal andere belangrijke organische microverontreinigers (insecticiden,...). Gezien de vrij grote klassen die werden aangewend, en het ontbreken van gegevens met betrekking tot pollutie op de monsterpunten zelf - er werd gewerkt met gemiddeldes per kilometerzone - dienen deze pollutengegevens als niet meer dan louter indicatief te worden gehanteerd.

*Tab.1: Overzicht gebruikte klassegrenzen bij het hanteren van pollutent-scores (1-4). Deze gegevens zijn ontleend aan ANONIEM (1987). Metaal- en oliegehaltes bij 50% < 16  $\mu$  in mg/kg; organische microverontreinigen in mg/kg bij 100 % organisch koolstof.*

polluent	klasse 1	klasse 2	klasse 3	klasse 4
Cadmium	0-6	6-19	19-32	> 32
Olie	0-1250	1250-2500	2500-4700	> 4700
PAK	0-50	50-100	100-380	> 380

### 3. Resultaten

#### 3.1. ABIOTISCHE KARAKTERISATIE BEMONSTERDE LOCATIES

In Fig.1 zijn de locaties van de 76 bemonsterde punten weergegeven. Hieruit blijkt de spreiding van de punten over het ganse traject van het kanaal, inclusief de zijdokken en havens. Toch dient te worden opgemerkt dat vanuit praktische overwegingen, de steile oeverzone niet is bemonsterd. De bemonsteringsdiepte varieert van 2,4 tot 17,1 m, met een groot aantal punten (46 op 76) tussen 13 en 15 m diep (Fig.2), d.i. in de uitgebaggerde vaargeul van het kanaal. De ondiepere bemonsterde punten (< 10 m) zijn dan ook beperkt tot de zijdokken of -kanalen, of verbredingen van de waterweg. De punten 2, 3 en 4 hebben een diepte van > 16.5 m en liggen in de zogenaamde 'zoutkom': dit is een uitgebaggerde zone tegenaan de Westsluis van Terneuzen (lengte: 900 m; diepte: 16-18 m), gegraven om het bij het schutten binnengekomen zoute water tijdelijk op te houden alvorens het kan worden teruggespuid (BECEWA 1983).

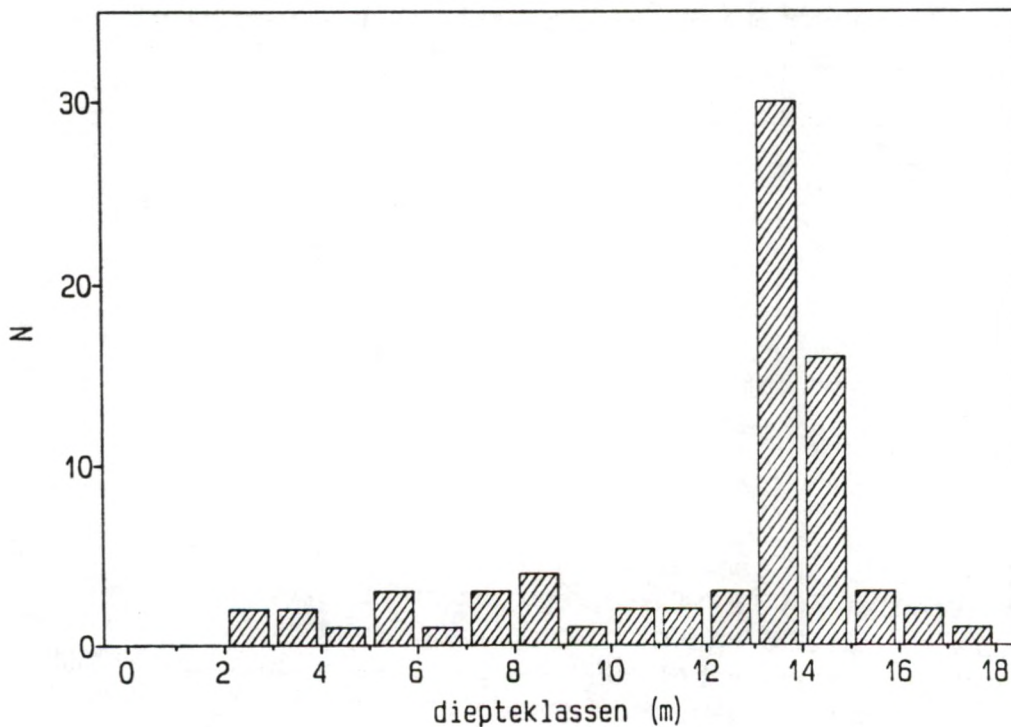


Fig.2: *Frequentiedistributie van de diepte van de bemonsterde punten in het kanaal Gent-Terneuzen.*

Over de loop van het kanaal werd tijdens de bemonstering over de bodem een duidelijke chloriniteitsgradiënt vastgesteld (Fig.1), gaande van 9,3 g Cl/l in de zoutkom tegenaan de Westsluis in Terneuzen, tot 2,4 g Cl/l te Gent. Deze gradiënt werd op enkele plaatsen verstoord o.i.v. zoetwaterinput, met name t.h.v. Terneuzen (punt 1, 5, 6 en 8), aan het zijkanaal te Sluiskil (punt 22-28), in het zijdok van Sas van Gent (punt 37-39) en t.h.v. Zelzate (punt 47 en 51). De hogere zoutgehaltes bij de Westsluis te Terneuzen (punten 2, 3, 4, 5 en 7: 6-9 g Cl/l) weerspiegelen de aanwezigheid van een zouttong (en zoutkom) zoals vermeld in de inleiding. In een ruimer kader geplaatst, mogen we stellen dat deze chloriniteiten eerder als hoge waardes dienen te worden bestempeld (Tabel 2).

*Tab.2: Vergelijking gemeten chloridegehalten in november 1989 met het jaar- en novembergemiddelde over de periode 1974-82 en dit voor vier zones in de diepere waterfase (>10m) van het kanaal Gent-Terneuzen. Data tot 1982 ontleend aan BECEWA (1983).*

Zone	Afstand tot Tolhuisstuw (km)	Chloriniteit nov.89 (g Cl/l)	Chloriniteit nov.74-82 (g Cl/l)	Chloriniteit jaar 74-82 (g Cl/l)
1	7,1	2,9	2,7	1,2 - 3,7
2	13,3	3,1	3,0	1,3 - 4,0
3	17,5	3,4	3,1	1,7 - 4,1
4	30,5	7,9	4,8	3,0 - 6,0

Het reeds hoger geciteerde kanaalverdrag voorzag destijds in een maximale chloriniteit van 3,5 g Cl/l op een afstand van 2200 m ten zuiden van de Westsluis, d.i. ca. 28,5 km ten noorden van de Tolhuisstuw (over de gehele diepte), waar die in november 1989 ca. 5,0 g Cl/l bedroeg. Verklaring hiervoor moet gezocht worden in de periode van bemonstering, met name in het najaar na een zeer droge zomer. Door de lage rivierwaterafvoer van de Schelde is enerzijds de input van zoetwater gereduceerd en anderzijds de zoutgehaltes in de Westerschelde t.h.v. Terneuzen verhoogd.

Een andere parameter, die bepalend is voor het al of niet voorkomen van bepaalde organismen is de zuurstof-concentratie van het water. Die werd telkens gemeten op 0,5 tot 1,5 m boven het bodemoppervlak en omgerekend naar zuurstofverzadigingspercentages. De resultaten van deze metingen (Fig.1) tonen aan dat, op twee zones na, de verzadigingswaarden nergens boven de 11% uitstijgen, en voor het traject Sas van Gent - Gent werd volledige zuurstofloosheid gemeten ! De gestelde norm in het kanaalverdrag van min. 3 mg O<sub>2</sub>/l wordt, op vier punten ten zuiden van Sluiskil na, nergens gehaald. Ook hier speelt de periode van bemonsteren (na droge zomer) een doorslaggevende rol. Ter vergelijking: voor de periode 1968-82, werden voor de zones zoals gehanteerd in Tab.2, jaargemiddelde zuurstof-concentraties gevonden van 0,20 0,88 1,17 en 2,73 op meer dan 10 m diepte, daar waar in november 1989 voor dezelfde zones 0,00 0,00 0,00 en 1,56 werd gemeten. Ten noorden van Sas van Gent vinden we globaal een verbeterende situatie in de richting van Terneuzen, met t.h.v. de sluizen verzadigingspercentages tussen 11,5 en 32,9%. De zoutindringing vanuit de Westerschelde heeft zeker in periodes met zeer lage zuurstofconcentraties in het kanaal een zeer belangrijke bijdrage (> 50% toename in zuurstofconcentraties) aan de aëratie, wat overigens bevestigd wordt door onze data. Uitspringer in de zuurstofgradiënt is de tweekilometer zone ten zuiden van Sluiskil (punten 27-33), waar waarden van 32,9 tot 62,7 % werden gevonden. Zeer locale verschijnselen kunnen hiervoor verantwoordelijk zijn, hoewel het niet direct duidelijk is vanwaar die plaatselijke zuurstoftoename afkomstig is. In dit verband vermeldt v.d.Kooij (1985) dat in 1983 op het Belgische kanaalpand de invloed van lozingen op het zoutgehalte duidelijk merkbaar was.

De pH van het kanaalwater vertoonde tijdens de bemonsterings-campagne geen al te grote schommelingen (7,2-7,4) over de loop van het kanaal. Er wordt dan ook verder niet ingegaan op deze factor. Hetzelfde geldt voor de watertemperatuur, die waarden aannam van 13,5°C te Terneuzen tot 16°C te Gent.

De onderlinge relatie tussen de diverse omgevings-factoren komt naar voor in Tab.3. De ligging in het kanaal (voorgesteld door het plotnummer) hangt nauw samen met de bestaande zoutgradiënt, en de zouttong brengt op zijn beurt een hoeveelheid zuurstof met zich mee die dierlijk leven mogelijk maakt. Daarenboven nemen de belangrijkste pollutanten toe van Terneuzen naar Gent, zodat ook hier significante correlaties met het plotnummer naar voor komen.

Tab.3: Kendall Tau correlatiecoëfficiënt voor een aantal abiotische parameters in het kanaal Gent-Terneuzen. Poltot= maat voor totale pollutie van het sediment.

Parameter 1	Parameter 2	Kendall	significantie
plot	zuurstof	-0.6722	0.000
	chloriniteit	-0.6525	0.000
	cadmium	0.2953	0.001
	olie	0.5286	0.000
	PAK	0.4022	0.000
	poltot	0.6139	0.000
zuurstof	chloriniteit	0.5379	0.000
chloriniteit	diepte	0.1807	0.012

### 3.2. ALGEMENE BESCHRIJVING VOORKOMEN BODEMMACROFAUNA

In Tabel 4 en 5 zijn voor alle soorten de densiteit en de biomassa per m<sup>2</sup> per punt genoteerd, evenals de totale densiteit en biomassa per locatie. Fig.3 & 4 geven de frequentiedistributie van densiteit en biomassa weer over alle monsterpunten.

Over de 76 bemonsterde locaties werd een gemiddelde densiteit van 3490 ex./m<sup>2</sup> (s.e.: 1459) en een gemiddelde biomassa van 0.98 g AVD/m<sup>2</sup> (s.e.: 0.39) gevonden. In 38 monsters (=50%) werd geen enkel organisme > 1 mm aangetroffen, en in nog eens 4 monsterpunten werd alleen een klein stukje van een organisme gevonden, waardoor het niet als een exemplaar werd meegeteld, maar wel een biomassa opgekleefd kreeg. Overigens komt de biomassa slechts in 4 punten boven de 5 g AVD uit en op 61 van de 76 punten komen minder dan 200 exemplaren per m<sup>2</sup> voor. De nog vrij hoge gemiddelde densiteit is zoals Fig.3 weergeeft, te wijten aan het voorkomen van hoge tot zeer hoge dichtheden (> 20.000 ex./m<sup>2</sup>) in 4 punten. Het totaal

aantal gevonden soorten (Oligochaeta, Anemonen en Plathelminthes telkens als één soort beschouwd) bedroeg nauwelijks 16, wat zeer laag is gezien het totale bemonsterde oppervlakte (3,8 m<sup>2</sup>) en de ligging van de punten op een zoutgradiënt. Ter vergelijking: in het Veerse Meer - dat een schommelend zoutgehalte heeft van 8-12 g Cl/l - werden in najaar 1987 op een totaal bemonsterd oppervlak van 2,4 m<sup>2</sup> zo'n 36 'soorten' aangetroffen (SEYS & MEIRE 1988). Bemonsteringen in de Westerschelde (zoutgradiënt 4-17 g Cl/l) en de Oosterschelde (14-18 g Cl/l) in najaar 1987 leverden respectievelijk 36 en 43 'soorten' voor telkens 1,8 m<sup>2</sup> (MEIRE et al. in druk).

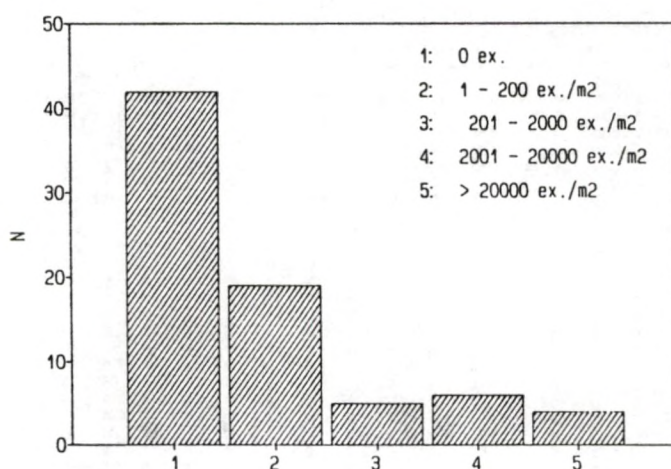


Fig.3: *Frequentiedistributie van de totale densiteit aan organismen (N/m<sup>2</sup>) in alle monsterpunten.*

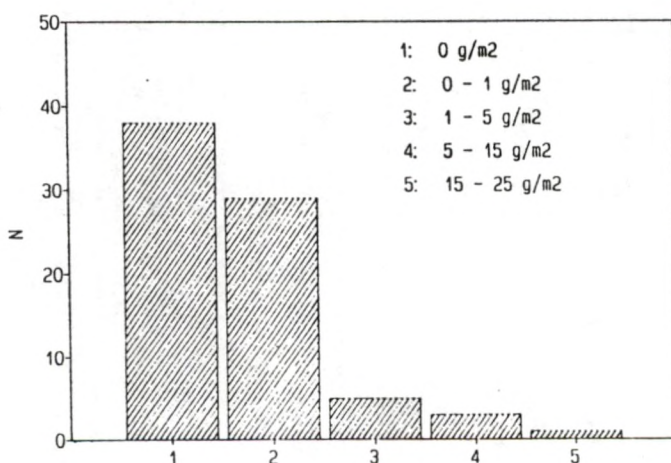


Fig.4: *Frequentiedistributie van de totale biomassa aan organismen (g ADW/m<sup>2</sup>) in alle monsterpunten.*







---

Ter aanvulling willen we hier ook de gegevens vermelden, in het Belgisch gedeelte van het kanaal verzameld door de Vlaamse Waterzuiverings Maatschappij (V.M.Z.) in de jaren 1988 en 1989 (mededeling R.Pillen, V.M.Z.). Met behulp van kunstmatige substraten neergelaten op de kanaalbodem t.h.v. de Belgisch-Nederlandse grens werden tussen 5 oktober en 18 november 1988 drie groepen organismen verzameld: Oligochaeta, Chironomus-larven en Asellus aquaticus, en dit telkens in kleine aantallen (2-10 ex.). Tussen 4 oktober en 6 november 1989 werden met dezelfde bemonsteringsmethode t.h.v. de grens, t.h.v. het Rodenhuizedok en t.h.v. Langerbrugge nog enkel Oligochaeta aangetroffen, eveneens in kleine getale. Het scala aangetroffen organismen komt dus goed overeen met wat tijdens onze najaarsbemonstering in 1989 werd gevonden, met uitzondering van de aanwezigheid van zoetwaterpissebedden Asellus op de artificiële substraten.

Samengevat kunnen we stellen dat het Kanaal Gent-Terneuzen een soorten- en biomassa arm gebied is.

### 3.3. BODEMDIERGEMEENSCHAPPEN EN HUN RELATIE MET DE OMGEVINGSFACTOREN

#### 3.3.1. Bodemdiergemeenschappen

Levende organismen komen in de natuur veelal voor in associaties van verschillende soorten, die gelijkaardige eisen stellen aan hun directe leefomgeving. Hoewel dergelijke gemeenschappen geenszins zijn op te vatten als discrete entiteiten met strikte grenzen, kan het verhelderend werken dergelijke indelingen te maken, omdat die op hun beurt de relatie met de omgevingsfactoren duidelijker naar voor laten komen. Van de tegenwoordig veel gebruikte ordinatie- en klassificatie-methoden werd bij de hiervolgende data-analyse gebruik gemaakt van een Two Way INDicator SPecies ANalysis en een DETrended CORrespondance ANalysis. Voor verdere informatie over TWINSPAN en DECORANA verwijzen we naar Jongman et al. (1987).

##### 3.3.1.1. Twinspan

De analyse werd zowel op de densiteits- (cutlevels: 0 4 16 64 256 1024 4096 9999) als op de biomassa datamatrix (cutlevels: 0 2 5 10 20) uitgevoerd. De gevonden groepen waren wezenlijk weinig verschillend: de indeling gebeurde telkens op basis van het voorkomen van Chironomide-larven, Oligochaeta en enkele brakwatervertegenwoordigers. Bij de densiteitsmatrix

werden punt 5 en 7 afgescheiden van de andere punten tegenaan de sluisen van Terneuzen, en dit op basis van het veelvuldig voorkomen van *Oligochaeta* (wat ook in veel andere punten het geval was) en het ontbreken van *Polydora*. In beide punten - en ook in de andere stations bij Terneuzen - kwam echter wel *Nereis diversicolor* voor, een soort die vaak geassocieerd voorkomt met *Polydora*. Gezien ons inziens het voorkomen van *Nereis* in dit geval een betere indicator is bij het vormen van groepen, beperken we ons voor de verdere verwerking tot de gemeenschappen, zoals voortkomend uit de biomassa-Twinspace (Fig.5), d.i. met *Nereis diversicolor* als indicatorsoort voor groep 3.

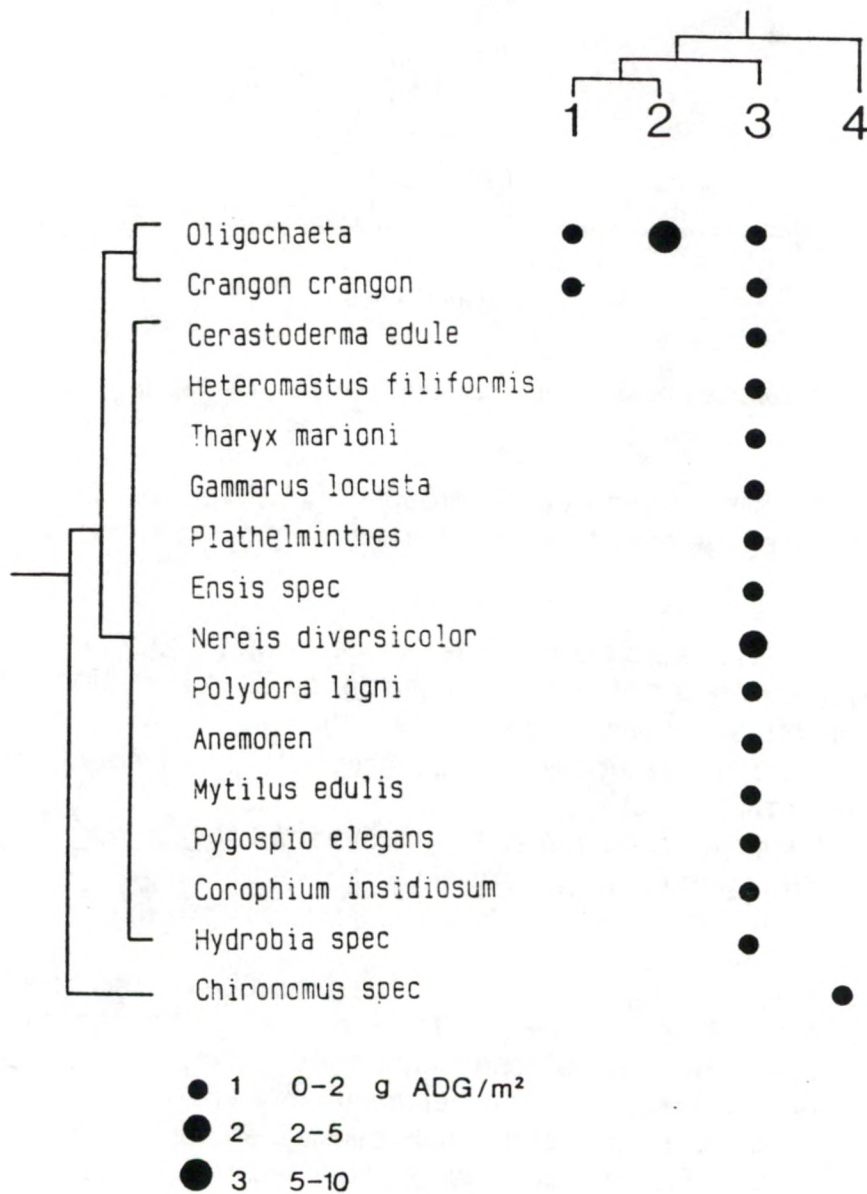


Fig.5: Resultaten Twinspace op basis van de biomassa's van de verschillende soorten.

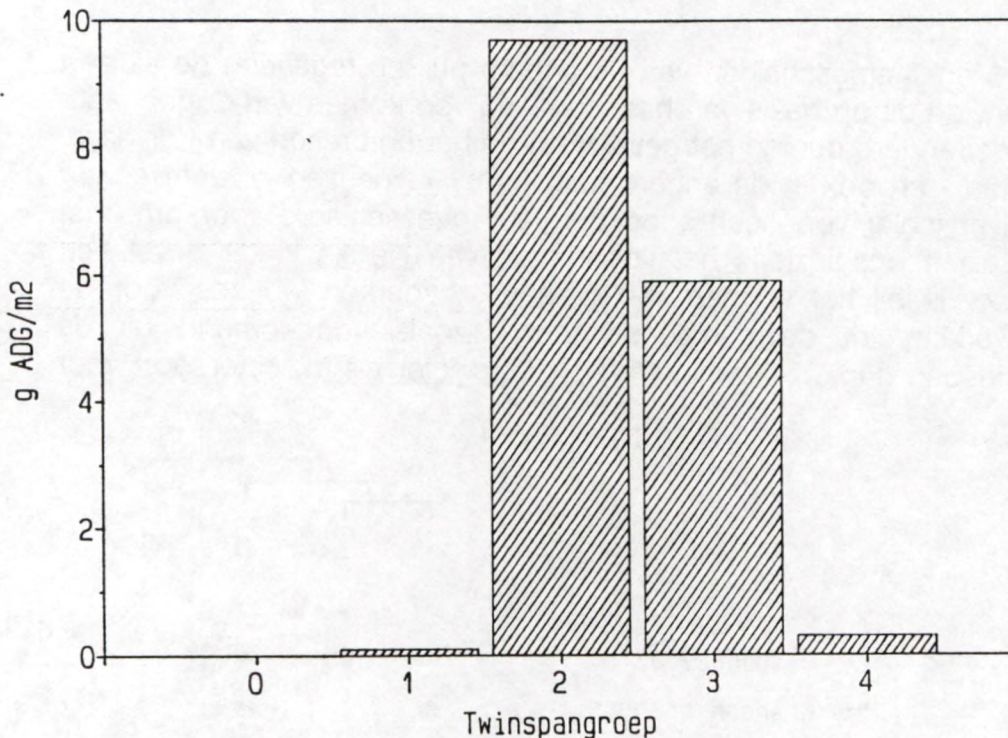


Fig.6: Totale biomassa macrozoöbenthos per Twinspangroep.

Fig.6 geeft de biomassa van de vijf groepen monsters (vier Twingroepen + vijfde groep = alle lege monsters). We kunnen de gevonden groepen als volgt typeren:

groep 0: geen grotere bodemdieren aangetroffen (N=38)

groep 1: monsters met enkel Oligochaeta, en dit in lage biomassa's (< 2 g ADW/m<sup>2</sup>), en één stukje garnaal (N=22)

groep 2: monsters met enkel Oligochaeta, maar in hogere biomassa's (> 2 g ADW/m<sup>2</sup>) (N=3)

groep 3: vrij rijke punten, met als indicatorsoort Nereis diversicolor, naast 14 andere soorten (N=7), inclusief Oligochaeta

groep 4: monsters met uitsluitend Chironomus-larven (N=6)

Vanuit deze opdeling in groepen kunnen we nu proberen een relatie met de omgevingsfactoren te achterhalen. In Tab.6 zijn per groep gemiddeldes voor een aantal abiotische en biotische variabelen berekend. Voor elke groep worden achtereenvolgens vermeld: het aantal (N) en de nummers van de monsterpunten; de totale biomassa, totale densiteit en aantal soorten; densiteit (D) en biomassa (B) van een aantal taxa; diepte, zuurstofverzadiging, chloridegehalte, locatie (= gemiddelde waarde van alle punten met: 1=hoofdkanaal, 2=zijkanaal/haven), bodemkarakteristieken (organische fractie, mediane korrelgrootte, slibfractie); gemiddelde maat cadmium-, olie-, PAK- en totale pollutie (poltot). De opvallende waarden zijn extra benadrukt.

Tab.6: Karakterisatie Twinspangroepen. Verklaring zie tekst vorige pagina

Groep	0	1	2	3	4
Punten	10 t/m 14 16 t/m 21 23/29/31/33 35/40/43/45 46/48/53/54 56/57/59/61 65 t/m 68 70 t/m 76	9/15/22 25/26/27 28/36/37 38/42/47 49/50/52 55/58/60 62/63/64 69	8/24/51	1/2/3/4 5/6/7	30/32 34/39 41/44
N	38	22	3	7	6
biotot (g AVD/m <sup>2</sup> )	0,0	0,1	9,7	5,9	0,3
dentot (N/m <sup>2</sup> )	0	332	39.273	19.971	57
soorten-N	0	1	1	15	1
<u>Oligoch.</u> D:	0	332	39.273	16.106	0
B:	0,0	0,1	9,7	0,7	0,0
<u>Heterom.</u> D:	0	0	0	11	0
B:	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
<u>Nereis</u> D:	0	0	0	1.889	0
B:	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0
<u>Polydora</u> D:	0	0	0	1.834	0
B:	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0
<u>Anemonen</u> D:	0	0	0	23	0
B:	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
<u>Chiron.</u> D:	0	0	0	0	57
B:	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
diepte (m)	13,5	11,4	5,0	12,6	9,3
O <sub>2</sub> -verz. (%)	5,4	6,3	5,9	15,2	10,2
Cl <sup>-</sup> (g/l)	3,7	3,3	2,9	6,4	3,8
locatie	1,2	1,2	2,0	1,3	1,2
org.mat. (%)	9,6	6,3	5,8	7,9	9,9
med. (phi)	3,62	3,58	3,26	3,57	3,93
slib (%)	38,3	38,1	22,4	30,1	50,7
cadmium	1,8	2,0	1,7	2,0	2,0
olie	2,6	2,8	3,0	2,0	2,5
PAK	3,5	3,8	3,7	3,0	3,5
poltot	3,8	3,9	3,7	3,0	4,0

Op basis van deze tabel kunnen we de vijf Twinspangroepen verder karakteriseren:

groep 0: De groep met de lege monsters wordt gekenmerkt door een grote diepte (gem. 13,5 m), in combinatie met veel organisch materiaal (gem. 9,6 %) en lage zuurstofwaarden (5,4 %). Ze komen over de ganse loop van het kanaal voor, met uitzondering van de zone vlakbij de sluizen te Terneuzen (punt 1-9).

groep 1: Deze groep monsters, met enkel kleine aantallen Oligochaeten, ligt iets minder diep (gem. 11,4 m) en is organisch wat minder belast (gem. 6,3 %) dan de voorgaande groep. Ook de zuurstofwaarden liggen een weinig hoger (gem. 6,3 %).

groep 2: Deze drie punten herbergen alle hoge densiteiten aan Oligochaeten. Opvallend is dat ze alle in of aan de uitgang van zijkanalen liggen (locatie=2), vrij ondiep (gem. 5,0 m) en zandiger zijn (gem. 3,26 phi) in vergelijking met de rest van het kanaal.

groep 3: Punten 1 t/m 7 liggen alle binnen de invloedssfeer van de sluizen te Terneuzen, en worden dan ook gekenmerkt door hoge chloridegehalten (gem. 6,4 g/l) en hogere zuurstofwaarden (gem. 15,2 %). Tevens vertonen ze de laagste scores voor wat betreft pollutie. Zoals hierboven reeds vermeld is het de enige groep waar een vijftiental brakwatersoorten werden aangetroffen.

groep 4: Op zes punten tussen Sluiskil en Sas van Gent werden uitsluitend Chironomus-larven aangetroffen. Merkwaardig is wel dat niettegenstaande we hier de hoogste waarden voor organisch materiaal (gem. 9,9 %) en slib (gem. 50,7 %) vinden, we toch nog de op één na hoogste zuurstofwaarden (gem. 10,2 %) constateren.

Uit Tab.7 blijkt dat de groepen significant verschillen voor wat betreft de abiotische factoren diepte, zuurstofgehalte, chloriniteit en het al of niet gesitueerd zijn in zijkanalen, en dat ook de verschillen in pollutiegraad statistisch aantoonbaar zijn. Voor deze laatste parameters dient evenwel gewezen te worden op de beperkingen die reeds werden aangehaald onder 2.2. Methodiek.

Tab.7: Resultaten Kruskal-Wallis tests (Chi-kwadraat waarde; significantie: n.s. = niet significant; \* =  $p < 0.05$ ; \*\* =  $p < 0.01$ ), naar de verschillen tussen de Twinspangroepen voor wat betreft diepte, zuurstofverzadiging, chloriniteit, locatie (= gemiddelde waarde van alle punten met: 1=hoofdkanaal, 2=zijkanaal/haven), bodemkarakteristieken (organische fractie, mediane korrelgrootte, slibfractie), gemiddelde maat cadmium-, olie-, PAK- en totale pollutie (poltot), de totale biomassa, totale densiteit en densiteit (D) en biomassa (B) van een aantal taxa.

Variabele	Chi-kwadraat	significantie
diepte	13.2343	*
zuurstof	16.4328	**
chloriniteit	15.5452	**
locatie	12.1381	*
organisch mat.	7.0888	n.s.
mediane korrel	2.0960	n.s.
slib %	5.7637	n.s.
cadmium	2.4268	n.s.
olie	7.0920	n.s.
PAK	13.0826	*
poltot	26.0469	**
biotot	62.6427	**
dentot	62.8716	**
<u>Oligochaeta</u> D:	63.6131	**
B:	72.0958	**
<u>Heteromastus</u> D:	9.8571	*
B:	19.9771	**
<u>Nereis</u> D:	74.7759	**
B:	74.7719	**
<u>Polydora</u> D:	51.9853	**
B:	51.9853	**
<u>Anemonen</u> D:	30.3670	**
B:	30.3670	**
<u>Chironomus</u> D:	74.8406	**
B:	74.8452	**

De verschillen in densiteiten en biomassa's van de belangrijkste soorten en voor alle soorten samen over de Twinspangroepen zijn allen in belangrijke mate significant.

We mogen dus stellen dat in het KGT een aantal abiotische gradiënten aanwezig zijn, die hun repercussies hebben op biologisch vlak. Hierbij denken we in de eerste plaats aan de verschillen in zoutgehalte, zuurstof-concentraties en polluentenbelasting.

Hoewel er geen significante correlaties konden worden gevonden lijkt de ligging van het monsterpunt in een zijkanaal ook van invloed te zijn op de aanwezigheid van dierlijk leven. Ook kleinere verschillen in de sedimentkarakteristieken lijken van - zij het secundair - belang. Dit is overigens niet verwonderlijk gezien we over nagenoeg gans de loop van het kanaal te doen hebben met een homogeen en sterk organisch aangerijkt, modderig substraat.

Samengevat kunnen we stellen dat het dierlijk leven in het KGT bepaald wordt door de aanwezigheid van een zout- en zuurstofgradiënt, en nagenoeg onmogelijk gemaakt wordt bij de hoge pollutiebelastingen in het zuidelijk deel.

### 3.3.1.2. Decorana

Zowel op de densiteits- als biomassa datamatrix werd een Detrended Correspondance Analysis uitgevoerd. In beide gevallen bedroeg de eigenwaarde op de eerste as 1.000, wat een zeer sterke relatie tussen de ordening van de monsterpunten en deze as aangeeft. Voor de tweede as werden resp. eigenwaardes van 0.278 en 0.841 gevonden. Overigens gaf deze ordinatie-techniek geen extra-informatie, nuttig voor het begrip van de bodemdiergemeenschappen in het kanaal. Vanwege het geringe aantal soorten in de dataset werden immers slechts een zeer beperkt aantal waarden op de hoofdasen teruggevonden (resp. 0 of 100 en -2 of 100 op de eerste DCA-as, voor de densiteits- en biomassamatrix), zodat verderwerken met deze techniek weinig zinvol leek.

### 3.3.2. Autoecologische benadering

Om een beter inzicht te verkrijgen in de relatie omgevingsfactoren-bodemdiergemeenschappen zoals aangetroffen in het KGT, is het noodzakelijk na deze synecologische benadering de belangrijkste gevonden soorten apart te belichten. De soorten die niet werden belicht zijn allen slechts enkele malen aangetroffen en als brakwaterbewoners beperkt in hun voorkomen tot de zone tegenaan de sluizen van Terneuzen. In ruime trekken gelden voor hen dezelfde opmerkingen als voor Nereis diversicolor en Polydora ligni. Tab.8 geeft de correlaties tussen een aantal abiotische factoren en het voorkomen van belangrijker soorten.



Tab.8: Kendall Tau correlatie analyse voor een aantal abiotische en biotische parameters in het kanaal Gent-Terneuzen. Bhet=biomassa *Heteromastus*; bner= biomassa *Nereis*; bpol=biomassa *Polydora*; ane= densiteit *Anemonen*; poltot= totaalscore pollutie; biotot= totale biomassa.

Parameter 1	Parameter 2	Kendall significantie	
chloriniteit	bhet	0.1426	0.070
	bner	0.3153	0.000
	bpol	0.2443	0.005
	ane	0.2824	0.002
zuurst.	oli	0.2186	0.010
	boli	0.2250	0.007
poltot	oli	-0.2856	0.005
	boli	-0.2196	0.022
	biotot	-0.1630	0.063

### 3.3.2.1. *Nereis diversicolor* O.F.Müller 1776

Deze polychaet komt voor langs de Europese kusten, bij voorkeur in ondiepe en brakke wateren. Hij is gekend om zijn zeer grote ecologische tolerantie (MUUS 1967, WOLFF 1973), wat zich uit in verschillende voedseltechnieken (filterfeeder, detritus-eter of predator) en een vergaande eurytopie (zoutgehalte, sediment, diepte,...).

De zouttolerantie van de veelkleurige zeeduizendpoot gaat van nagenoeg zoet tot hypersalien. Toch is het duidelijk dat het optimum van deze soort ligt in het brakke water, en dit zowel in dit deel van estuaria als in brakke meren, kanalen en binnenwateren. Hoewel Bogucki (1954) grotere exemplaren van deze soort gedurende 465 dagen in een zoetwateraquarium in leven wist te houden, vermeldt hij dat de soort zich niet kan reproduceren beneden de 3 g Cl/l. Een normale larvale ontwikkeling (=kwetsbaarste stadium) kan doorgaan tussen 3-4 en 20-35 g Cl/l. In zoetere gebieden is het voorkomen dan ook afhankelijk van een input van larven uit nabijgelegen wateren. Deze bevindingen geven aan dat *Nereis diversicolor* normalerwijze in staat zou

---

moeten zijn om het hoofd te bieden aan de zoutcondities van het KGT, maar er leeft op de rand van zijn ecologisch spectrum. Het voorkomen van deze soort tegenaan de sluizen te Terneuzen kan dan ook deels verklaard worden door het hogere zoutgehalte daar (cfr. Tab.8), in combinatie met de potentiële aanvoer van larvaal materiaal vanuit de Westerschelde waar Nereis diversicolor wijd verbreid is. De larven zijn niet echt pelagisch maar worden wel gemakkelijk door stromingen opgewerveld en getransporteerd (WOLFF 1973). Een vrij korte levensduur (1.5-3 jaar), een snelle groei (in zomer 1-2 cm/maand) (DALES 1951), en de aanwezigheid van larven over een groot deel van het jaar moeten een snelle colonisatie in het kanaal mogelijk maken.

De soort heeft volgens Muus een voorkeur voor fijn en modderig zand (3-4 phi) en ontbreekt op sterk geëxposeerde plaatsen, een beschrijving die heel goed aansluit bij het voorkomen van de soort in het KGT.

Voor wat betreft de tolerantie van de soort voor lage zuurstofspanningen en daarmee gepaard gaande hoge H<sub>2</sub>S-concentraties vonden Theede et al (1969) pas na 120 uur expositie aan zuurstofarm zeewater (0.15 mg O<sub>2</sub>/l) een LD-50 en na 96 uur bij toevoeging van 50 mg Na<sub>2</sub>S.9H<sub>2</sub>O/l. In een Deense fjord werd vastgesteld dat Nereis diversicolor bij periodieke zuurstofproblemen uit zijn gangen kruipt en bewegingsloos op het anoxische sediment gaat liggen. Duurt de zuurstofarmoede langer dan een week dan sterven ze (JORGENSEN 1980). Bij een vergelijking tussen drie soorten Nereiden vindt Schöttler (1979) een toenemende tolerantie voor hypoxie gaande van Nereis pelagica, over N. virens naar N. diversicolor. Alle drie reageerden ze door de productie van grote hoeveelheden lactaat, maar N. diversicolor kon bij voortgezette anaërobie omschakelen op productie van succinaat, propionaat en acetaat wat een energetisch interessantere weg is. Samengevat kunnen we stellen dat Nereis diversicolor een grote resistentie tegen lage zuurstofspanningen vertoont, hoewel te lang aangehouden zuurstofloosheid de dood tot gevolg heeft.

Uit publicaties van Bryan & Hummerstone (1971,1973) en Grant et al (1989) blijkt dat Nereis diversicolor ook voor wat betreft pollutie door zware metalen een vrij grote tolerantie vertoont. Pollutieniveaus voor Cu, Zn, Cd in het sediment van resp. > 1000, > 3500 en 20-4000 g/kg worden volgens deze literatuur door Nereis overleefd, concentraties die zeker voor Cd en Cu nog ver boven de gehalten liggen aangetroffen in het kanaal (ANONIEM 1987, BECEWA 1983). Bij hoge concentraties zware metalen blijkt overigens dat Nereis een zekere vorm van overerfbare resistentie gaat opbouwen, zodat het zelf mogelijk wordt deze toegenomen tolerantie te gebruiken als aanwijzing voor de aan- of afwezigheid van een ecologische impact op de soort over grotere gebieden (GRANT et al 1989). Deze resistentie bestaat in een afname van de permeabiliteit van de lichaamswand en een betere excretie voor Zn, en voor Cu zou detoxificatie en stockering in de epidermis en de nephridiën een verhoogde weerstand teweegbrengen (BRYAN et HUMMERSTONE 1971,

1973). Ook voor wat betreft pollutie-tolerantie blijkt Nereis diversicolor dus een 'sterke' soort te zijn.

Concluderend kunnen we stellen dat, hoewel Nereis diversicolor zeer eurytoop is en een vrij hoge tolerantie kan ontwikkelen bij zuurstofproblemen en pollutiebelasting, hij in het KGT in zijn voorkomen beperkt blijft tot het gebied binnen de directe invloedssfeer van de sluizen van Terneuzen (tot ca. 1 km afstand), waar hogere zoutgehalten en zuurstofwaarden en lagere pollutieniveaus heersen en waar een voortdurende aanvoer van larvaal materiaal uit de Westerschelde mogelijk is.

### 3.3.2.2. Polydora ligni Webster 1879

Voor de eenvoud wordt er verder van uit gegaan dat alle Polydora aangetroffen in het KGT P.ligni is. Immers, van meer dan de helft van de aangetroffen exemplaren kon met zekerheid gesteld worden dat het om deze soort ging (aanwezigheid occipitaalantenne), terwijl de overige exemplaren niet tot op soort konden worden gebracht.

Net als Nereis diversicolor kan ook Polydora ligni beschouwd worden als een eurytope soort. Ze tolereert een grote range van saliniteit, gaande van 1-3 g tot 16.5 g Cl/l, met een duidelijk optimum in brakke wateren. Men vindt ze in verschillende substraattypes, maar met een voorkeur voor zeer fijne sedimenten ( $\phi > 4.00$ ). Tevens beschikt deze soort over een vrij grote tolerantie t.o.v. hypoxie: in het Veerse Meer waar de soort maximale dichtheden haalt van 7180 ex./m<sup>2</sup> (SEYS & MEIRE 1988) en verspreid over nagenoeg gans het ondiepere deel van de meerbodem voorkomt, blijken in de waterfase grote aantallen larven van Polydora voor te komen (REVIS & BAKKER 1988). Deze blijken overigens sterk tolerant voor verlaagde zuurstofconcentraties en treden in de diepere, zuurstofarme waterlagen van het meer op als indicatoren.

Overigens wordt Polydora ligni ook wel aangehaald als indicator van pollutie (WASS 1967 in WOLFF 1973).

Ook hier kunnen we dus samenvatten dat Polydora ligni een soort is met een ruime ecologische tolerantie wat de soort in staat stelt te overleven in het KGT. Gezien de stress (lagere zuurstofspanningen, grotere pollutiegraad, lagere chloriniteit) toeneemt van noord naar zuid kan Polydora het hier enkel volhouden in de zone binnen de invloedssfeer van de sluizen van Terneuzen. De mogelijkheid tot aanvoer van pelagische larven vanuit de Westerschelde biedt hier de mogelijkheid tot recolonisatie na periodes met extra-stress.

### 3.3.2.3. Chironomus-larven

In zes stations tussen Sluiskil en de Belgisch-Nederlandse grens werden larven van Chironomus spec. aangetroffen. Bij nader toezien bleken verschillende exemplaren aberranties van de kopkapsels te vertonen. In Fig.7 is het verschil te zien tussen het mentum (onderlip) van een normaal exemplaar en een individu met een vervormde middentand, beide uit het kanaal afkomstig. Duidelijk te zien is dat waar de middentand normaal bestaat uit één centrale as met twee zijtandjes, deze configuratie in het geval van vervorming is veranderd. Dergelijke misvormingen van het mentum worden in verband gebracht met de aanwezigheid van zware metalen, waarbij de mate van pollutie het percentage misvormde exemplaren bepaalt (WIEDERHOLM 1984). Deze auteur vermeldt < 1 % aberranties op ongepollueerde plaatsen tot 5-25 % bij sterke pollutie. Hoewel we in het KGT slechts over een totaal van 17 exemplaren beschikken, berekenden we toch een vervormingspercentage. Dit getal bedroeg 41 %, wat in elk geval aangeeft dat een heel belangrijk deel van de Chironomus-larven misvormingen vertoont o.i.v. de pollutie.



Fig.7: Vervormingen mentum (onderlip) bij Chironomus-larven uit het kanaal Gent-Terneuzen. Links: normaal mentum; rechts: mentum met vervormde middentand.

3.3.2.4. Oligochaeten

Zoals reeds onder 2.2. vermeld, werden van alle punten waar behoorlijke aantallen Oligochaeten voorkwamen, steekproeven ter identificatie voorgelegd aan Dr.Ir.P. Verdonschot (R.I.N.Leersum). De resultaten hiervan zijn afgedrukt in Tabel 9:

Tab.9: *Soortspecificatie Oligochaeten op een aantal stations in het kanaal Gent-Terneuzen.*

station	1	2	3	4	5	6	8	24	26	28	51
<u>Tubificoïdes</u> juveniel	12	19	15	14	4	16	2				
<u>Tubificoïdes</u> <u>heterochaetus</u>	3		1		5	3					
<u>Tubificoïdes</u> <u>pseudogaster</u>	1			1	9	1					
Tubificidae juveniel zonder chaetae (Limnodrilus ?)	3			5	10	8	8	11	2	18	16
Tubificidae juveniel met chaetae								1			
<u>Limnodrilus</u> <u>hoffmeisteri</u>					4	1	15	19	17	10	10
<u>Limnodrilus</u> <u>claparedeianus</u>								1		1	7
<u>Limnodrilus</u> <u>profundicola</u>								1	1		
<u>Totaal:</u>	19	19	16	20	32	29	25	33	20	29	33

Zoals blijkt uit deze tabel zijn Tubificoïdes heterochaetus en T. pseudogaster in hun voorkomen beperkt tot de zone tegenaan de sluizen te Terneuzen. Het lijkt er dan ook op dat het zoutgehalte voor beide soorten limiterend werkt. Limnodrilus hoffmeisteri, L. claparedeianus en L. profundicola daarentegen zijn als zoetwatersoorten dominant in de stations verder weg van Terneuzen. Toch vertonen ze enige zouttolerantie en dit tot zo'n 3.3 g Cl/l (VERDONSCHOT 1980).

Overigens zijn de eerste twee Limnodrilus-soorten wijdverspreid met een grote tolerantie voor hypoxie en organische pollutie. Eerstgenoemde soort wordt tolerant genoemd voor grote organische belasting van het water of de bodem en bereikt vaak grote dichtheden in bodems met veel organisch materiaal. Het is een echte opportunist die gans het jaar reproduceert, afhankelijk van temperatuur en voedselaanbod, en onder optimale omstandigheden in nauwelijks 2 maanden kan uitgroeien van ei tot volwassen individu ! Merkwaardig is wel dat L. hoffmeisteri in de literatuur vermeld wordt als uiterst gevoelig voor anorganische vergiften zoals Cu, Pb, e.a. (KENNEDY 1965). Mogelijks verklaart dit het ontbreken van deze en andere soorten Oligochaeten in zowat de helft van de bemonsterde stations. De punten waar Oligochaeten wel abundant zijn kunnen dan bijvoorbeeld lagere gehalten aan polluenten bevatten, gecombineerd met (tijdelijk) hogere zuurstofspanningen, waar vrij snel op kan gereageerd worden. Vermits we echter niet beschikken over puntmetingen van polluenten zijn deze verschillen op microschaal niet uit de data te halen. Wel is het opmerkelijk dat, als we de zone tegenaan de sluizen te Terneuzen buiten beschouwing laten, we de vier stations met de grootste densiteiten en biomassa's aan Oligochaeten (in casu Limnodrilus) vinden in zijkanalen, resp. t.h.v. Sluiskil (punt 24,26 en 28) en Zelzate (punt 51). De mindere diepte van deze punten kan een matigend effect hebben op het zoutgehalte, gezien die toeneemt met de diepte, en dus gunstig zijn voor een zoetwatersoort. Het iets zandiger zijn van deze punten betekent waarschijnlijk een lagere concentratie aan polluenten, vermits die normaliter hogere waarden bereiken in fijne sedimenten.

Besluitend kunnen we ook hier weer stellen dat de aanwezige Oligochaeten sterk tolerante soorten zijn, die door hun enorm aanpassingsvermogen heel kleine verbeteringen in de bodem- en waterkwaliteit op korte termijn weten uit te buiten. Ook voor hen is het KGT een ultieme uitdaging.

### 3.4. VERGELIJKING MACROZOÖBENTHOS KANAAL GENT-TERNEUZEN MET DIE IN AANVERWANTE GEBIEDEN

Uit voorgaande kapitels blijkt dat het bodemleven in het KGT eerder arm is, en dat de aanwezige soorten allen een breed ecologisch spectrum bezitten en een zekere tolerantie voor effecten van pollutie en hypoxie. Om deze interacties nog beter te begrijpen en nu ook een idee te krijgen van de potenties van het gebied, kan het nuttig zijn de fauna te vergelijken met die in watersystemen met vergelijkbare abiotische karakteristieken.

Eerst en vooral kunnen we nagaan of er enige relatie bestaat tussen de bodemfauna in het KGT en die in een groot gamma brakke binnenwateren van het Nederlandse Deltagebied (KREBS 1981,1984a,b,1985, BOOG 1982). Bekijken we alleen die binnenwateren met een zoutgehalte vergelijkbaar met die van het kanaal, dan blijkt vrij snel dat een directe vergelijking tussen de bodemfauna's problemen oplevert. De faunistische inventaris van de binnendijkse wateren betreft meer dan alleen maar het benthische stratum, zodat de soortenrijkdom niet onderling vergelijkbaar is. Gezien echter in het KGT m.b.v. artificiële substraten nauwelijks andere organismen werden gevangen, bestaat de indruk dat de niet-benthische fauna hier slechts zeer beperkt aanwezig is en dat de gevonden verschillen tussen de binnenwateren en het KGT wel degelijk op een reële situatie duiden. Ook zijn de heersende omgevingsfactoren in de te vergelijken gebieden nogal verschillend, met name voor wat betreft de diepte (en bijkomende uitdrogingsproblemen) en de aanvoermogelijkheden. In de binnendijkse wateren met een zoutgehalte van 0.5-9.0 g Cl/l, vinden bovenvermelde auteurs naast verschillende waterkevers, wantsen en zoetwaterslakken ook een aantal brakwaterorganismen: Nereis diversicolor, Hydrobia spec., Corophium, Gammarus duebeni en G. zaddachi, Sphaeroma, Idotea, Cerastoderma glaucum e.a. Ook Oligochaeten en Chironomus-larven worden heel frequent aangetroffen. Dit eerder beperkt assortiment aan brakwaterbewoners zijn allen soorten met een brede ecologische amplitude en bovendien konden ze in lang niet alle waters worden aangetroffen. Dit laatste houdt verband met het periodieke van vele van deze plasjes, kreken en inlagen (uitdroging, tijdelijke extreme verzoeting-verzilting) en het gebrek aan toevoerwegen voor nieuw larvaal materiaal. Dat verklaart overigens ook de aanwezigheid van waterkevers en -wantsen die zich gemakkelijk door de lucht kunnen verplaatsen. De gelijkenis met het KGT gaat in zoverre op dat in beide type systemen een aantal brakwaterbewoners met grote ecologische toleranties (o.a. Nereis diversicolor) voorkomen. Het ontbreken van een zoetwaterfauna in het kanaal wijst daarentegen op blijvende ongunstige factoren (pollutie, diepte,...) die elke vorm van colonisatie onmogelijk maken.

Verlaten we nu de kleinere, ondiepe watersystemen en stappen we over naar een vergelijking van de bodemfauna van het KGT met die van andere kanalen en waterlopen met lage zoutgehaltes.

Het Haringvliet-Hollands Diep is na de bouw van de Volkerakdam (1970) en de Haringvlietdam (1971) herschapen in een nagenoeg stagnant zoetwatergebied (0.1-0.4 g Cl/l), waarbij enorme hoeveelheden gepollueerd slib sedimenteerden. Toch zijn de zuurstofproblemen er niet van die aard als in het KGT. De aanwezige bodemfauna zou ons dan ook een beeld moeten geven van hoe het tussen Gent en Terneuzen kan worden als het zoutgehalte verder daalt en de zuurstofconcentraties hoger komen te liggen, zonder een wezenlijke verbetering van de kwaliteit van de sedimenten. In het Haringvliet-Hollands Diep worden slechts een gering aantal soorten (14) aangetroffen, met een numerieke dominantie van Oligochaeta en in mindere mate Chironomide-larven. De totale biomassa bedraagt zo'n 1.1 g ADW/m<sup>2</sup> (= als voor het Nederlandse deel van KGT), grotendeels gevormd door de Driehoeksmossel Dreissena polymorpha en Anodonta cygnaea (FORTUIN 1985). De afwezigheid van deze twee zoetwaterbivalven in het KGT geeft aan dat de zouttong en de zuurstofloosheid er beperkende factoren zijn voor de normale ontwikkeling van een zoetwaterfauna. Vermeldenswaardig is overigens dat in één van onze monsters een klein, leeg schelpje van Dreissena werd gevonden, wat in elk geval wijst op de aanwezigheid in de directe omgeving (en dus de aanvoermogelijkheden), of op de aanwezigheid in het kanaal zelf in het recente verleden.

Het Noordzeekanaal heeft een gemiddelde diepte van 15 m en een totale lengte van 28 km tussen IJmuiden en Schellingwoude (t.h.v. Amsterdam). Aan de westzijde bevindt zich een sluis waar zoutwater uit de Noordzee naar binnen komt, terwijl de oostkant begrensd wordt door een tweede sluis, waarlangs een zekere zoetwaterinput bestaat (ANONIEM 1988). Door de slechte menging van zout en zoet water is er een duidelijke stratificatie aanwezig. Het westelijke deel van het kanaal vertoont hogere zoutgehaltes dan het KGT, maar in het oostelijk deel (IJmuiden + 18 km tot + 28 km) bestaat t.h.v. de bodem een saliniteitsgradiënt van 2.6-9.4 g Cl/l, waarden in de grootteorde van KGT. De zuurstofverzadigings-percentages liggen er globaal hoger dan in het KGT, nl. van 28 tot 47 % . De bodem is matig tot sterk vervuild met minerale oliën, PAK's, PCB's en pesticiden, maar over het algemeen toch steeds op een lager niveau dan in het KGT. Het NZK kunnen we dus bestempelen als een iets properder en zoutere versie van het KGT. In Tab.10 werden voor een aantal zones van het KGT en het NZK waarden van biotische en abiotische parameters opgenomen. De totale biomassa in het NZK (uitgedrukt in gram natgewicht/m<sup>2</sup>) vertoont een dalende trend van zout naar zoet, met maximale waarden tot 93,9 g natgewicht tegenaan IJmuiden. Deze waarden, die in de grootte-orde liggen van de maximale waarden in het KGT, worden grotendeels bepaald door de aanwezigheid van Potamopyrgus jenkinsi en kleine aantallen bivalven spec. De biomassa neemt af van west naar oost en van ondiep naar diep. In het oostelijk deel dat qua zoutgehalte



vergelijkbaar is met het KGT, bevatten de diepe bodems op bepaalde plaatsen geen macrofauna meer: de bodem bestaat daar uit fijn, organisch aangerijkt slib en de zuurstofspanningen zijn er laag.

Tab.10: *Vergelijking kanaal Gent-Terneuzen (Belgisch & Nederlands deel) met het Noordzeekanaal (op resp. 2 10 13 18 en 25 km van IJmuiden). De variabelen zijn chloriniteit (g/l), zuurstofverzadigingspercentages (%), pollutieniveau (klassen 1-4, cfr. 2.2), totale biomassa (g ADW, resp. natgewicht/m<sup>2</sup> voor KGT, NZK) en soortenrijkdom macrobenthos.*

gebied	KGT		NZK				
	B	NL	2	10	13	18	25
chloriniteit	2,4-3,4	2,7-9,3	12,5	10,8	10,5	9,4	4,8
zuurstof	0	0-63	76	56	47	28	32
Cadmium	2	1-2	1	1	1	1	1
Lood	2-4	2	1-2	1-2	1	1	2
Koper	1-2	1-2	1-2	1	1	1	2
Zink	3-4	2-3	1-2	1	1	1	2
Olie	2-4	1-4	1	1	1	1	1
PAK's	4	2-4	1	1	1	1	1
biomassa gemidd	0,7	1,1					
minim.			0,3	14,0	0,9	0,01	0
maxim.			93,9	56,1	8,2	2,2	1,5
soortenrijkdom	1	16	17	24	15	22	17

In het KGT werden 16 soorten/taxa aangetroffen, daar waar dit voor het ganse NZK 37 bedraagt. Nemen we enkel het meest oostelijke deel van het NZK (met iets hoger chloridegehalte, maar vooral hogere zuurstofspanningen), dan vinden we 30 soorten, of zowat het dubbele van KGT, over een kleiner gebied. Naast Oligochaeten, Polydora, Nereis, Asellus, Gammarus, Corophium, Plathelminthes en Chironomus-larven (die ook in KGT werden aangetroffen), vinden we er nog vier andere genera Chironomide-larven, twee brakwaterpolychaeten (Manayunkia aestuarina en Streblospio shrubsolii), drie brakwatercrustacea (Neomysis, Cyathura carinata, Rhithropanopeus harissii, Cirripedia) en negen zoetwaterorganismen, waaronder zes Molluscan (Dreissena e.a.), twee bloedzuigers en één kokerjufferlarve. Uit dit overzicht moge duidelijk blijken dat de gemiddeld hogere zuurstofgehalten en lagere pollutieniveaus een hogere soortenrijkdom teweegbrengen.

Om dit verder te illustreren kunnen we hier ook de voorlopige resultaten vermelden van een bemonstering in het Schelde-Rijn Kanaal in het najaar 1988. Dit brakke kanaal (chloriniteit op Belgisch grondgebied in het najaar 1987 variërend van 0,8 tot 2,9 g Cl/l) wordt gekenmerkt door merkkelijk hogere zuurstofgehalten dan in het KGT werden vastgesteld in het najaar 1989: 44-110 % (in najaar 1987 gemiddeld 70 tot 84 % tussen de dokken van Zandvliet en de Belgisch-Nederlandse grens: IHE 1988). Op dit traject werden op 3 plaatsen telkens 3 Van Veen-happen genomen en de gevonden soorten werden op hun aantal geschat. In alle monsters werden Oligochaeta en Nereis diversicolor aangetroffen, vaak in zeer groot aantal. Daarnaast bleken ook Crangon crangon, Hydrobia, Gammarus spec., Corophium spec., Polydora spec. en Chironomide-larven aanwezig, allen taxa die ook in het KGT werden gevonden. Daarbovenop werden ook enkele exemplaren van de Driehoeksmossel Dreissena polymorpha en van het Zuiderzeekrabbetje Rhithropanopeus harissii vastgesteld, soorten die we ook al vermeld hebben bij de bespreking van het Noordzeekanaal en het Haringvliet-Hollands Diep. Hieruit moge duidelijk blijken dat de betere zuurstofcondities (en lagere pollutiebelastingen) in deze laatste systemen extra-potenties bieden voor wat betreft de bodemfauna.

## 4. Discussie

In de voorgaande hoofdstukken hebben we beschreven wat er nog aan bodemdierleven rest in het kanaal Gent-Terneuzen en welke omgevingsvariabelen hieraan ten grondslag liggen. Kort samengevat zijn er in een zeer beperkt gebied tegenaan de sluizen te Terneuzen nog een aantal pollutietolerante brakwaterbewoners te vinden, die er tijdelijk kunnen overleven t.g.v. de aanwezige zouttong met zijn hogere zuurstofgehalten. Lagere pollutiebelasting, iets betere zuurstofcondities en mogelijkheid tot aanvoer van larvaal materiaal uit de Westerschelde maken hier een regelmatige hercolonisatie mogelijk. Zoetwaterorganismen zijn in het kanaal nauwelijks aanwezig: alleen de zeer pollutie-tolerante Oligochaeten en Chironomiden (en zoetwater-pissebedden) kunnen van plaatselijke verbeteringen in het zuurstofgehalte gebruik maken om zich te ontwikkelen.

Gesteld dat we een ecologische basiskwaliteit voor het kanaal willen nastreven, dan moeten we een beheer beogen dat min of meer stabiele biologische gemeenschappen kan in stand houden. Concreet komt dat neer op een verbetering van de zuurstofhuishouding en een terugschroeven van de pollutiegraad. Voor wat betreft dit eerste facet wijzen de hoge densiteiten Oligochaeten t.h.v. zijkanalen (met hogere zuurstofgehalten) reeds op potenties bij een dergelijke evolutie. Ook uit de literatuur zijn heel wat voorbeelden gekend van brakwatersystemen, die na tijdelijke desoxygenatieproblemen en sterfte van bodemorganismen, hergecoloniseerd worden eens de zuurstofgehalten opnieuw hogere waarden bereiken (GOSSELCK et al 1987, JORGENSEN 1980, RAINER & FITZHARDINGE 1981, TSUTSUMI & KIKUSHI 1983). Onder 3.4. haalden we overigens reeds aan welke soorten kunnen verwacht worden bij een verbetering van de zuurstofhuishouding, en dit zowel bij het huidige saliniteitsregime als in het geval van een zoeter kanaal. Deze verbetering van de zuurstofbalans kan echter slechts optreden bij een terugschroeven van de organische input, wat neerkomt op het verminderen van de totale pollutiebelasting van het binnenstromende water. Overigens zijn vooral in het Belgisch deel de gehalten van bepaalde stoffen dermate hoog dat de ontwikkeling van (stabiele) levensgemeenschappen onmogelijk gemaakt wordt.

Blijft het zoutgehalte op het huidige niveau, dan kan bij een verbeterde zuurstof-huishouding een min of meer stabiele, maar soortenarme levensgemeenschap worden onderhouden. Het huidige saliniteitsregime correspondeert immers met het soortenminimum vooropgesteld door Remane (1958), en de toch vrij grote schommelingen in zoutgehalte maken het - naast de pollutie - voor heel wat organismen onmogelijk in dit habitat langere tijd te overleven.

Stijgt het zoutgehalte, in combinatie met een stabielere en beter zuurstofregime, dan kunnen we in het kanaal Gent-Terneuzen een evolutie

verwachten in de richting van wat nu in het Noordzeekanaal gevonden wordt, t.t.z. een rijkere en meer gevarieerde fauna, met waarschijnlijk overwegend Westerscheldecomponenten.

Bij een verdere verzoeting van het kanaal, in combinatie met een aanzienlijke beperking van de pollutanteninput, mogen we verwachten dat het bodemdierleven in het kanaal op vrij korte termijn kan evolueren naar een levensgemeenschap zoals in het Belgisch deel van het Schelde-Rijnkanaal of bij nog verdere verzoeting zoals aangetroffen in het Haringvliet-Hollands Diep, wat we als een overgang naar een basiskwaliteit zouden kunnen beoordelen. De ontwikkeling van Dreissena-banken kan ook in het KGT een belangrijke filterende werking in gang zetten, die problemen met algenbloei (eigen aan nutriëntrijke wateren) binnen de perken houden.

Een sanering van het Schelde- en Leiewater is ook binnen elk van deze alternatieven een absolute vereiste, in combinatie met een controle op de industriële lozingen op het Belgische kanaalpand. Zelfs rekening houdend met de enorme slibbelasting van het kanaal, mogen we met een betere zuurstofbalans en een betere waterkwaliteit aannemen dat een zekere zoet- of brakwaterwaterfauna zich zal ontwikkelen. Bij deze optie kan evenwel een ander probleem de kop opsteken, met name het gevaar voor overdracht van pollutanten in een zich ontwikkelend voedselweb. De bodemfauna die zich zal kunnen ontwikkelen bij een betere waterkwaliteit blijft immers geconfronteerd met de zeer ernstige belasting van het sediment waarin of waarop ze leeft. Deze met contaminanten "volgepropte" organismen kunnen vervolgens als voedsel dienen voor hogere trofische niveaus, zoals vogels (cfr. inleiding) en vissen, zodat die - eerder dan de vaak zeer pollutietolerante bodemorganismen van het kanaal - het slachtoffer worden (aantasting vruchtbaarheid, dood) van de door accumulatie opgedreven gehalten aan contaminanten.

Concreet betekent dit dat naast een algemene verbetering van de waterkwaliteit, bij om het even welk saliniteitsregime, een (lokaal) wegwerken van het zeer ernstig gepollueerde bodemslib moet overwogen worden.

## 5. Samenvatting

Teneinde een idee te krijgen van het aanwezige macrozoöbenthos in het kanaal Gent-Terneuzen en van de omgevingsvariabelen die het voorkomen bepalen, werden in november 1990 zesenzeventig puntlocaties bemonsterd, verspreid over het ganse traject.

De bodemfauna van het kanaal is arm, met nauwelijks 16 soorten (taxa) en een gemiddelde biomassa over alle punten van 0,98 g asvrijdrooggewicht per m<sup>2</sup>. In de helft van de punten werd geen enkel levend macro-organisme aangetroffen en in nog eens 23 punten bleef de densiteit beneden de 200 ind. per m<sup>2</sup>. Slechts op 4 plaatsen werden biomassa's hoger dan 5 g asvrijdrooggewicht per m<sup>2</sup> gevonden.

Op basis van een Twinspan werden bodemdiergemeenschappen gekarakteriseerd, die gerelateerd werden aan omgevingsvariabelen. T.h.v. de sluizen te Terneuzen en dus binnen de invloedssfeer van de Westerschelde werd een brakwaterfauna aangetroffen, met sterk eurytope en tolerante soorten, in staat te overleven in deze beperkte zone met zijn hoger zout- en zuurstofgehalte en zijn aanvoer van larvaal materiaal uit de Westerschelde. In de rest van het kanaal bleken alleen Chironomus-larven en Oligochaeten te overleven, vooral dan t.h.v. zijkanalen waar zeer plaatselijke en tijdelijke betere zuurstofcondities heersen. Ten gevolge van de zware pollutie vertonen 41 % van de Chironomus-larven aberranties in de kopstructuur.

Vanuit deze data, een autoecologische benadering van de gevonden soorten en een vergelijking van de aangetroffen bodemfauna met die in aanverwante gebieden, kunnen we aannemen dat bij een beheer gericht op een ecologische basiskwaliteit, d.i. het verbeteren van de zuurstofcondities en het verminderen van de pollutiebelasting, de ontwikkeling van een zoetwater- of brakwaterfauna tot de mogelijkheden behoort.

Een (locaal) wegwerken van het zwaar gepollueerde bodemslib dient evenwel te worden overwogen, om accumulatie van contaminanten bij hogere trofische niveaus te voorkomen.



## 6. Literatuurlijst

- ANONIEM (1987). De kwaliteit van de sedimenten in het Kanaal Gent Terneuzen. Vertrouwelijck rapport AXW87.056: 12 p.
- ANONIEM (1988). Bodemfauna onderzoek in het Noordzeekanaal complex 1988. Rijkswaterstaat Directie Noord-Holland, Nota ANW 88.27: 121p.
- BECEWA (1983). Oppervlaktewaterstudie van het kanaal Gent-Terneuzen. Centrum voor de Studie van Water, Bodem en Lucht: 320p.
- BOGUCKI, M. (1953). The reproduction and development of Nereis diversicolor (O.F.M.) in the Baltic. *Polskie Arch.Hydrobiol.*1: 251-270.
- BOOG, H.M. van der (1982). Vergelijkend onderzoek naar de aquatische makrofauna en flora van enkele wateren op Noord- en Zuid-Beveland in relatie tot milieufactoren. DIHO Studentenverslag D5-1982: 70p.
- BRYAN, G.W. & L.G. HUMMERSTONE (1971). Adaptation of the polychaete Nereis diversicolor to estuarine sediments containing high concentrations of heavy metals. I. General observations and adaptation to copper. *J.mar.biol.Ass.U.K.* 51: 845-863.
- BRYAN, G.W. & L.G. HUMMERSTONE (1973). Adaptation of the polychaete Nereis diversicolor to estuarine sediments containing high concentrations of zinc and cadmium. *J.mar.biol.Ass.U.K.* 53: 839-857.
- DALES, R.P. (1951). An annual history of a population of Nereis diversicolor O.F.Müller. *Biol.Bull.*101: 131-137.
- DEVOS, K., P. MEIRE & E. KUYKEN (1987). Watervogels in Vlaanderen gedurende het winterhalfjaar 1984-1985. *Oriolus* 53 (1): 22-42.
- FORTUIN, A.W. (1985). Dichtheden en biomassa's van de belangrijkste bodemdieren van het Hollands Diep en Haringvliet in 1983. *DIHO Rapp.& Versl.*1985-2: 63p.
- GOSSELCK, F., F. DOERSCHEL & T. DOERSCHEL (1987). Further developments of macrozoobenthos in Lübeck Bay, following recolonisation in 1980/81. *Int.Revue ges.Hydrobiol.*72 (5): 631-638.
- GRANT, A., J.G. HATELEY & N.V. JONES (1989). Mapping the Ecological Impact of Heavy Metals on the Estuarine Polychaete Nereis diversicolor Using Inherited Metal Tolerance. *Mar.Poll.Bull.*20 (5): 235-238.
- I.H.E. (1988). Meetnet van de kwaliteit van de Belgische oppervlaktewateren in 1987. Ministerie van Volksgezondheid en Leefmilieu: 329p.
- JONGMAN, R.H.G., C.J.F. TER BRAAK & O.F.R. VAN TONGEREN (1987). Data analysis in community and landscape ecology. Pudoc, Wageningen.
- JORGENSEN, B.B. (1980). Seasonal oxygen depletion in the bottom waters of a Danish fjord and its effect on the benthic community. *Oikos* 34: 68-76.
- KENNEDY, C.R. (1965). The distribution and habitat of Limnodrilus Claparède. *Oikos* 16: 26-28.
- KOOIJ, L.A. v.d. (1985). Gradiënt onderzoek Kanaal Gent Terneuzen 1983. RIZA-OW/OZW, nota nr 85-15: 31 p.

- 
- KREBS, B.P.M. (1981). Aquatische macrofauna van binnendijkse wateren in het Deltagebied. Deel 1: Zuid-Beveland. DIHO Rapp.& Versl. 1981-8: 158p.
- KREBS, B.P.M. (1984a). Aquatische macrofauna van binnendijkse wateren in het Deltagebied. Deel 2: Zeeuws-Vlaanderen, Oostelijk deel. DIHO Rapp.& Versl.1984-2: 124p.
- KREBS, B.P.M. (1984b). Waterkwaliteitsbeoordeling van enkele Zeeuwse watergangen op grond van hun macrofaunasamenstelling. DIHO Rapp.& Versl.1984-1: 59p.
- KREBS, B.P.M. (1985). Aquatische macrofauna van binnendijkse wateren in het Deltagebied. Deel 3: Noord-Beveland, Tholen en St-Philipsland. DIHO Rapp.& Versl.1985-9: 57p.
- MEIRE, P.M., J.J. SEYS, T.J. YSEBAERT & J. COOSEN (in druk). Comparing macrobenthic distribution and community structure between two estuaries in SW-Netherland.
- MILBRINK, G. (1983). Characteristic deformities in tubificid oligochaetes inhabiting polluted bays of Lake Vänern, Southern Sweden. *Hydrobiologia* 106: 169-184.
- MUUS, B.J. (1967). The fauna of Danish estuaries and lagoons. Distribution and ecology of dominating species in the shallow reaches of the mesohaline zone. København: 315p.
- RAINER, S.F. & R.C. FITZHARDINGE (1981). Benthic communities in an estuary with periodic deoxygenation. *Aust.J.Mar.Freshwater Res.* 32: 227-243.
- REMANE, A. (1958). Ökologie des Brackwasserfauna. *Binnengewässer* 22 (1): 216p.
- REVIS, J.P. & C. BAKKER (1988). Zoöplankton van het Veerse Meer in 1987. Rapporten en Verslagen DIHO 1988-5: 78p.
- SEYS, J. & P. MEIRE (1988). Macrozoöbenthos van het Veerse Meer. Synthese van de bestaande gegevens en studie naar de mogelijke effecten van verschillende peil- en waterkwaliteitsbeheersalternatieven op de verspreiding van het macrozoöbenthos in het Veerse Meer. Rapport W.W.E.4: 61p.
- THEEDE, H., A. PONAT, K. HIROKI & C. SCHLIEPER (1969). Studies on the resistance of marine bottom invertebrates to oxygen-deficiency and hydrogen sulphide. *Mar.Biol.*2: 325-337.
- TSUTSUMI, H. & T. KIKUCHI (1983). Benthic ecology of a small cove with seasonal oxygen depletion caused by organic pollution. *Publ.Amakusa Mar.Biol.Lab.* 7 (1): 17-40.
- VERDONSCHOT, P.F.M. (1980). Aquatische Oligochaeta. II. Brakke binnenwateren. DIHO Rapp.& Versl. 1980-11: 128p.
- WIEDERHOLM, T. (1984). Incidence of deformed chironomid larvae (Diptera: Chironomidae) in Swedish lakes. *Hydrobiologia* 109: 243-249.
- WOLFF, W.J. (1973). The estuary as a habitat. An analysis of data on the soft-bottom macrofauna of the estuarine area of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt. *Zool.Verh. Leiden*: 242p.



## BIJLAGE: Lijst van figuren en tabellen

- Fig.1: Localisatie 76 bemonsterde punten in Kanaal Gent-Terneuzen (KGT), in november 1989, met inbegrip van de gevonden chloriniteits- en zuurstofgradiënt.
- Fig.2: Frequentiedistributie van de diepte van de bemonsterde punten in het KGT.
- Fig.3: Frequentiedistributie van de totale densiteit aan organismen ( $N/m^2$ ) in alle monsterpunten.
- Fig.4: Frequentiedistributie van de totale biomassa aan organismen ( $g\ ADW/m^2$ ) in alle monsterpunten.
- Fig.5: Resultaten Twinspan op basis van de biomassa's van de verschillende soorten.
- Fig.6: Totale biomassa macrozoöbenthos per Twinspangroep.
- Fig.7: Vervormingen mentum (onderlip) bij Chironomus-larven uit het KGT.
- 
- Tab.1: Overzicht gebruikte klassegrenzen bij het hanteren van pollutent-scores (1-4).
- Tab.2: Vergelijking gemeten chloridegehalten in november 1989 met het jaar- en novembergemiddelde over de periode 1974-82 en dit voor vier zones in de diepere waterfase ( $>10m$ ) van het KGT.
- Tab.3: Kendall Tau correlatiecoëfficiënt voor een aantal abiotische parameters in het KGT.
- Tab.4: Densiteit ( $N/m^2$ ) van alle soorten op de 76 monsterlocaties in het KGT in november 1989.
- Tab.5: Biomassa ( $AVD/m^2$ ) van alle soorten op de 76 monsterlocaties in het KGT in november 1989.
- Tab.6: Karakterisatie Twinspangroepen.
- Tab.7: Resultaten Kruskal-Wallis tests, naar de verschillen in abiotische en biotische karakteristieken tussen de verschillende Twinspangroepen ( $N=76$ ).
- Tab.8: Kendall Tau correlatie analyse voor een aantal abiotische en biotische parameters in het KGT.
- Tab.9: Soortspecificatie Oligochaeten op een aantal stations in het KGT.
- Tab.10: Vergelijking KGT (Belgisch & Nederlands deel) met het Noordzeekanaal (op resp. 2 10 13 18 en 25 km van IJmuiden).

